
09/2019	Amtliches Mitteilungsblatt der BTU Cottbus–Senftenberg	21.06.2019
----------------	---	-------------------

I n h a l t

	Seite
Nutzungsordnung des Gerätezentrums "Physik rotierender Strömungen" an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus–Senftenberg	2

Nutzungsordnung des Gerätezent- rums "Physik rotierender Strö- mungen" an der Brandenburgi- schen Technischen Universität Cottbus–Senftenberg (BTU)

Inhaltsverzeichnis

§ 1	Rechtstellung und Ziel des Gerätezentrams.....	2
§ 2	Geltung, Verbindlichkeit.....	2
§ 3	Ansprechpersonen	2
§ 4	Ausstattung und Leistungen des Gerätezentrams.....	2
§ 5	Nutzungsarten und mögliche Nutzungsgruppen.....	3
§ 6	Nutzungskosten/Preisverzeichnis	3
§ 7	Zahlungsbedingungen	3
§ 8	Nutzungszeitvergabe und Buchung	4
§ 9	Bedienung der Geräte und des Zubehörs	5
§ 10	Wahrung guter wissenschaftlicher Praxis, Einhaltung der Sicherheits- und Umweltschutzbestimmungen.....	5
§ 11	Datenschutz	5
§ 12	Datenbereitstellung und -speicherung	6
§ 13	Arbeitsergebnisse und Schutzrechte	6
§ 14	Veröffentlichungen (Publikationen, Vorträge, etc.).....	7
§ 15	Anerkennung	7
§ 16	Eigenverantwortung der Nutzer_innen, Versicherungsschutz	8
§ 17	Ausschluss der Gewährleistung	8
§ 18	Haftung	8
§ 19	Anzuwendendes Recht, Gerichtsstand	8
§ 20	Inkrafttreten	9
Anlage 1	to terms of conditions for access to the DFG Core Facility Centre "Physics of Rotating Fluids"	10
Anlage 2:	Preisverzeichnis	20

§ 1 Rechtstellung und Ziel des Gerätezent- rums

(1) Das Gerätezentrum "Physik rotierender Strömungen" ist Teil des Center for Flow and Transport Modelling and Measurement-CFTM² als wissenschaftliche Einrichtung der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus–Senftenberg (BTU) und wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) als DFG-Gerätezentrum gefördert.

(2) Das Hauptziel ist die Bereitstellung modernster Strömungsexperimente auch über nationale Grenzen hinweg, um international wettbewerbsfähige experimentelle Forschung auf dem Gebiet der rotierenden und geschichteten Flüssigkeiten zu fördern.

§ 2 Geltung, Verbindlichkeit

¹Die Nutzungsordnung regelt die Bedingungen und Preise für die Inanspruchnahme der Geräte und Leistungen des Gerätezentrams und die an der BTU einzuhaltenden Maßgaben. ²Sie ist für alle Nutzer_innen verbindlich. ³Die Gewährung von Leistungen und der Zugang zum Gerätezentrum erfolgen nur, wenn die Bedingungen der Nutzungsordnung mit der Beantragung von Geräten/Leistungen des Gerätezentrams vorbehaltlos akzeptiert werden.

§ 3 Ansprechpersonen

(1) Die verantwortlichen technischen und wissenschaftlichen Ansprechpersonen des Gerätezentrams sind:

Name	Telefon	E-Mail
Sebastian Merbold	+49 355 69-3383	merbold@b-tu.de
Prof. Dr. Christoph Egbers	+49 355 69-4868	egbers@b-tu.de
Prof. Dr. Uwe Harlander	+49 355 69-5121	uwe.harlander@b-tu.de

(2) Die Postanschrift des Gerätezentrams lautet:

BTU Cottbus-Senftenberg
Fachgebiet für Aerodynamik und Strömungslehre
Gerätezentrum "Physik rotierender Strömungen"
Siemens-Halske-Ring 14, 03046 Cottbus, Deutsch-
land

§ 4 Ausstattung und Leistungen des Geräte- zentrams

(1) ¹Das Gerätezentrum bietet eine breite Palette von Geräten, Apparaturen und Leistungen für experimentelle Fluidexperimente mit geo-/astrophysikalischen, meteorologischen und technischen Anwendungen. ²Die Forschungsbereiche, die von den experimentellen Einrichtungen innerhalb des Zentrums abgedeckt werden, sind:

- Planeten- und Astrophysikalische Strömungen
- Geophysikalische Fluidodynamik
- Meteorologische Strömungen

- Rotierende Strömungen mit technischen Anwendungen (Zentrifugen, Turbinen, Radiallager oder Rotor / Stator-Kavitäten).

(2) Eine detaillierte Beschreibung der jeweiligen Geräte und Leistungen des Gerätezentrums befindet sich in der Anlage 1.

§ 5 Nutzungsarten und mögliche Nutzungsgruppen

(1) Das Gerätezentrum bietet 2 Kategorien von Nutzungsarten an:

A) Anwendungsbetrieb:

¹Es wird den Nutzer_innen ein persönlicher Zugang zum Gerätezentrum und direkter Zugriff auf das Experiment gewährt. ²Diese Nutzung ist nur zulässig, wenn die Nutzer_innen über die erforderliche Eignung und die notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten verfügen. ³Aufgrund der Komplexität der technischen Systeme ist eine Assistenz von den Beschäftigten des Gerätezentrums notwendig. ⁴Die direkte Bedienung der Geräte ist in der Regel nur durch die Beschäftigten des Zentrums und/oder unter ihrer Aufsicht zulässig.

B) Servicebetrieb:

¹Das Gerätezentrum wird mit der Durchführung der Experimente, Messungen oder sonstiger Forschungsleistungen durch die Nutzer_innen beauftragt. ²Diese werden vom Gerätezentrum mit den eigenen Beschäftigten durchgeführt und die Ergebnisse werden den Beteiligten übermittelt/zur Verfügung gestellt. ³Eine persönliche Präsenz der Beauftragenden am Zentrum ist hierbei nicht erforderlich.

(2) Das Angebot der Leistungen des Gerätezentrums richtet sich für beide vorgenannten Nutzungsarten gleichermaßen an folgende Nutzungsgruppen:

- a) Mitglieder der BTU
- b) Mitglieder von anderen Hochschulen und Forschungsinstitutionen ohne kommerziellen Hintergrund
- c) Sonstige.

§ 6 Nutzungskosten/Preisverzeichnis

(1) ¹Für die Inanspruchnahme der Geräte und die Leistungen des Gerätezentrums werden Nutzungskosten erhoben. ²Es gibt hierbei folgende Preis-/ Nutzungskategorien:

Kategorie 1:

Öffentliche Forschung intern BTU

¹Darunter verstehen sich Nutzungen durch die Fachgebiete und Institutionen der BTU. ²Sie dienen Forschungszwecken ohne kommerziellen Hintergrund. ³An den Forschungsergebnissen dieser Nutzung sind das Gerätezentrum und die BTU gemäß den DFG-Richtlinien beteiligt. ⁴Die reduzierten Kosten tragen der Tatsache der öffentlichen Förderung des Zentrums und der BTU internen Nutzung Rechnung.

Kategorie 2:

Öffentliche Forschung (extern)

¹Darunter verstehen sich Nutzungen von Hochschulen und Forschungsinstitutionen exklusive der Fachgebiete und Institutionen der BTU. ²Sie dienen Forschungszwecken ohne kommerziellen Hintergrund. ³An den Forschungsergebnissen dieser Nutzung sind das Gerätezentrum und die BTU gemäß den DFG-Richtlinien zu beteiligen. ⁴Die reduzierten Kosten tragen der Tatsache der öffentlichen Förderung des Zentrums Rechnung.

Kategorie 3:

Sonstige Forschungszwecke und Anwendungen

Darunter verstehen sich Nutzungen, an deren Ergebnissen das Gerätezentrum und die BTU nicht beteiligt werden bzw. die zu kommerziellen Zwecken genutzt werden können.

(2) Die jeweiligen Einzelpreise bestimmen sich nach dem Preisverzeichnis lt. Anlage 2.

(3) Zusätzlich zu den Nutzungskosten des Preisverzeichnisses sind Kosten für Verbrauchsmaterialien und sonstige projektspezifische Auslagen entsprechend dem tatsächlichen Verbrauch zu erstatten.

(4) Die Preise verstehen sich als Nettopreise zuzüglich der gesetzlichen Umsatzsteuer, die am Tag der Leistung gültig ist.

(5) Sofern sich die Nutzung und/oder die Leistungen des Gerätezentrums im Rahmen der Durchführung erhöhen, ist das Gerätezentrum berechtigt, die höheren tatsächlichen Kosten zu berechnen.

§ 7 Zahlungsbedingungen

(1) ¹Mit der Beantragung einer Nutzung/Leistung des Gerätezentrums verpflichtet sich der Interessierte zur Tragung der Nutzungskosten und zu deren vorbehaltloser Zahlung. ²Einwendungen und Gegenforderungen können gegenüber den Ansprüchen des Gerä-

tezentrums nur erhoben werden, wenn sie unbestrittenen oder rechtskräftig festgestellt sind.

(2) ¹Die Zahlungen sind innerhalb von 14 Tagen ohne Abzug zu leisten. ²Die Zahlungen sind grundsätzlich bargeldlos und in Euro zu überweisen.

(3) ¹Die Kosten können ggf. im Rahmen der Förderverfahren von der DFG übernommen werden (<http://www.dfg.de>). ²Die Übernahme ist allein vom Interessierten bei der DFG zu beantragen und ist vollständig unabhängig vom Gerätezentrum. ³Die Versagung oder Reduzierung von Fördermitteln berechtigt nicht zur Kostenverweigerung oder Kürzung gegenüber dem Gerätezentrum.

(4) ¹Eine Nichtinanspruchnahme der gebuchten Nutzungen/Leistungen berechtigt nicht zur Kürzung oder Verweigerung der Zahlung. ²Das Gerätezentrum bleibt zur Abrechnung der vollen gebuchten Nutzungen/Leistungen berechtigt. ³Dies gilt nicht, sofern das Gerätezentrum die Nichtleistung zu vertreten hat.

(5) ¹Das Gerätezentrum ist berechtigt, für seine Nutzungen/Leistungen angemessene Vorschussrechnungen zu stellen und/oder Abschlagszahlungen zu fordern. ²Im Übrigen erfolgt die endgültige Abrechnung nach dem Abschluss der Nutzung/Leistung.

(6) ¹Bis zur vollständigen Zahlung (auch hinsichtlich der Vorschüsse/Abschläge) ist das Gerätezentrum berechtigt, die Nutzungen/Leistungen zu verweigern. ²Gleiches gilt bei der Nichterfüllung sonstiger Nutzungspflichten.

§ 8 Nutzungszeitvergabe und Buchung

(1) ¹Die Nutzungszeitvergabe erfolgt aufgrund eines schriftlichen Antrages an die Leitung des Gerätezentrums. ²Hierzu sollen die vom Gerätezentrum bereitgestellten Formulare www.b-tu.de/fq-aerodynamik-stroemungslehre/Gerätezentrum verwendet werden. ³In Ausnahmefällen ist ein formloser Antrag möglich. ⁴Der Antrag muss die zur Durchführung erforderlichen Angaben enthalten (gewünschte Nutzungen/Leistungen, Zeitbedarf, Terminwünsche, Materialien, Forschungsziel, etc.).

(2) ¹Beim Anwendungsbetrieb kann vom Gerätezentrum auf Antrag eine persönliche Durchführung der Experimente durch die Nutzer_innen gestattet werden, wenn die Nutzer_innen dem Gerätezentrum hierzu die Eig-

nung und die entsprechenden Kenntnisse/Fertigkeiten in geeigneter Weise nachweisen. ²Die Gestattung des Anwendungsbetriebes liegt im freien Ermessen der Leitung des Gerätezentrums. ³Es besteht hierauf keinerlei Rechtsanspruch.

(3) ¹Nach Antragsingang wird vom Gerätezentrum in Vorgesprächen geprüft, ob mit der Ausstattung des Gerätezentrums die Experimente durchführbar sind und freie Kapazitäten vorhanden sind. ²Weiterhin wird in den Vorgesprächen geklärt, ob ein Servicebetrieb oder Anwendungsbetrieb durchgeführt werden sollte. ³Darüber hinaus können vom Gerätezentrum, z. B. wegen des größeren Know-hows und der größeren Effektivität, auch Projekte in Kooperationen (in der Regel mit dem jeweils zuständigen Fachgebiet der BTU) vorgeschlagen werden.

(4) ¹Anschließend entscheidet das Gerätezentrum über den Antrag nach pflichtgemäßem Ermessen. ²Das Gerätezentrum ist, insbesondere bei ungeeigneten Projekten oder fehlenden freien Kapazitäten, zur Ablehnung berechtigt. ³Eine Verweigerung aus unbilligen Gründen ist ausgeschlossen. ⁴Können Nutzungs-/Leistungsanfragen wegen fehlender Kapazität/Überbuchung nicht bzw. nicht vollständig erfüllt werden, so entscheidet die Leitung des Gerätezentrums über die Zuteilung unter Berücksichtigung der Nutzungspriorität. ⁵Die Nutzungspriorität richtet sich nach den Nutzungsgruppen des § 5 Abs. 2 und erfolgt abfallend von der Nutzungsgruppe a) bis c).

(5) ¹Nach Antragsbewilligung übersendet das Gerätezentrum den Nutzer_innen die verbindliche Buchungsbestätigung und teilt den Nutzer_innen die verbindlich vereinbarten Leistungen und Nutzungszeiten mit. ²Die Nutzer_innen sind zur Einhaltung und Vergütung der vereinbarten Nutzungen/Leistungen und ihrer Zeiten verpflichtet, sofern sie dieser Bestätigung nicht innerhalb 1 Woche widersprechen bzw. einen anderen Zeitpunkt vereinbaren.

(6) Nach der Buchungsbestätigung haben die Nutzer_innen dem Gerätezentrum alle für die Durchführung der Nutzung/Leistung erforderlichen Angaben, Daten und Mittel rechtzeitig (spätestens 1 Woche vor Beginn) und vollständig zur Verfügung zu stellen (Forschungszweck, Parameter, Proben, Materialien, gesetzliche Erlaubnisse, Ethikvoten, etc.).

§ 9 Bedienung der Geräte und des Zubehörs

(1) ¹Auch beim Anwendungsbetrieb erfolgt die direkte Bedienung der Geräte und Apparaturen i. d. R. von Beschäftigten des Gerätezentrums bzw. unter ihrer Aufsicht. ²Diese sind jederzeit berechtigt, die Experimente zu kontrollieren und die Durchführung des Experiments bei Erfordernis (z. B. bei Fehlfunktionen, Gefährdungslagen, etc.) abzubrechen.

(2) ¹Vor dem Betreten des Gerätezentrums und einer Benutzung der Geräte, Apparate, etc. bedarf es

1. einer personenbezogenen, nicht übertragbaren Genehmigung des Gerätezentrums,
2. einer ausführlichen Sicherheitsunterweisung bzgl. der Geräte, Apparaturen, Einrichtung, etc. sowie der Räumlichkeiten und einzuhaltenden Umweltbestimmungen durch befugte Beschäftigte des Gerätezentrums und
3. einer ausführlichen Einweisung in die Bedienung der Geräte und deren Zubehör sowie der bezogenen Gefährdungsbeurteilungen durch befugte Beschäftigte des Gerätezentrums.

²Die entsprechenden Dokumente sind beim Gerätezentrum erhältlich, die Belehrung und Unterweisung ist durch eine Unterschrift der Nutzer_innen zu bestätigen.

(3) ¹Die Geräte, Apparaturen, Einrichtung, etc. sind sensible Präzisionsbauteile, die stets mit größter Sorgfalt zu behandeln sind. ²Etwaige Defekte, Beschädigungen oder Ähnliches sind von den Nutzer_innen unverzüglich der Leitung des Gerätezentrums zu melden.

(4) ¹Die Nutzer_innen haben sich so zu verhalten, dass die Geräte und Einrichtungen, die Beschäftigten und andere Nutzer_innen sowie der Forschungsbetrieb des Gerätezentrums nicht gefährdet oder beeinträchtigt werden. ²Geräte der Nutzer_innen dürfen nur verwendet werden, wenn diese als ortsfeste oder ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel geprüft wurden.

(5) ¹Der Arbeitsplatz ist einwandfrei zu hinterlassen. ²Auch während der Durchführung der Experimente ist kontinuierlich auf Ordnung, Sauberkeit und Sicherheit zu achten.

§ 10 Wahrung guter wissenschaftlicher Praxis, Einhaltung der Sicherheits- und Umweltschutzbestimmungen

(1) Bei der Inanspruchnahme der Geräte und Leistungen des Gerätezentrums sind von allen Nutzer_innen die Empfehlungen und Grundprinzipien zur „[Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis](#)“ der DFG einzuhalten.

(2) ¹Die Durchführung von ethisch nicht vertretbaren oder gesetzlich verbotenen Experimenten ist nicht gestattet. ²Gleiches gilt für die Verwertung der Forschungsdaten oder Forschungsergebnisse für ethisch nicht vertretbare, sittenwidrige oder rechtswidrige Zwecke.

(3) ¹Die Nutzer_innen sind verpflichtet, die geltenden Schutz- und Sicherheitsbestimmungen sowie Umweltleitlinien zu beachten und vollständig einzuhalten. ²Alle Ordnungen und Regelungen des Gerätezentrums und der BTU sind von ihnen einzuhalten. ³Sie sind verpflichtet, den Anweisungen der Beschäftigten des Gerätezentrums Folge zu leisten.

(4) Ein Experiment oder sonstiges Verhalten, das zu Beschädigungen, Zerstörungen oder sonstigen Schäden an den Geräten, Apparaturen und Einrichtungen des Gerätezentrums führt und/oder die Beschäftigten und/oder andere Nutzer_innen des Gerätezentrums oder die Umwelt schädigen oder gefährden kann, ist ausdrücklich verboten.

(5) ¹Die Beschäftigten des Gerätezentrums sind berechtigt, die Einhaltung der vorstehenden Verpflichtungen jederzeit zu überprüfen und diesbezüglich die Tätigkeit der Nutzer_innen im Gerätezentrum zu kontrollieren. ²Dieses Kontrollrecht umfasst auch die Einsichtnahme in die Messdaten, Ausrüstung, etc. der Nutzer_innen.

(6) ¹Bei Verstoß gegen die vorstehenden Regelungen ist das Gerätezentrum berechtigt, die Leistungen mit sofortiger Wirkung abzubrechen und die Aushändigung der bereits erzielten Daten abzulehnen. ²Die vereinbarten Nutzungskosten müssen in einem solchen Fall trotzdem entrichtet werden.

§ 11 Datenschutz

(1) Die Nutzer_innen und das Gerätezentrum sind verpflichtet, die datenschutzrechtlichen Vorschriften, insbesondere die Datenschutz-Grundverordnung einzuhalten.

(2) ¹Zur Durchführung vorvertraglicher Maßnahmen (Angebotsbearbeitung, etc.) und zur

Erfüllung des Vertrages sowie der gesetzlichen Pflichten ist es am Gerätezentrum und an der BTU erforderlich, die entsprechenden Daten der Nutzer_innen zu verarbeiten.²Dies beinhaltet auch die Verarbeitung, Übermittlung und Speicherung personenbezogener Daten der Nutzer_innen.³Diese Verarbeitung, etc. erfolgt streng auf Grundlage der gesetzlichen Datenschutzregeln.⁴Sofern die Nutzer_innen mit dieser Verarbeitung/Speicherung nicht einverstanden sind, werden sie dies dem Gerätezentrum ausdrücklich mitteilen.⁵Weitere Hinweise zum Datenschutz finden sich auf: <https://www.b-tu.de/datenschutz/>.

(3)¹Die Nutzer_innen sind dazu angehalten, die durch das Gerätezentrum gewonnenen Daten (Messergebnisse, Forschungsergebnisse, etc.) zeitnah und diskriminierungsfrei zu veröffentlichen.²Dies gilt nicht, sofern zwischen den Nutzer_innen und dem Gerätezentrum eine besondere abweichende Vertraulichkeit vereinbart wird (z. B. bei Industrieforschung).

§ 12 Datenbereitstellung und -speicherung

(1) Nach dem Abschluss der Experimente erfolgt die Übergabe der Messdaten/Experimentergebnisse durch Übersendung/Übergabe oder durch Bereitstellung auf dem Server des Gerätezentrums zum Download.

(2)¹Messdaten können beim Gerätezentrum nur in einem begrenzten Umfang gespeichert werden.²Die Nutzer_innen müssen die Daten bis spätestens 1 Monat nach Abschluss der Messung übernommen und auf eigene Speichermedien transferiert haben.³Nach Ablauf dieser Frist können die Messdaten seitens des Gerätezentrums gelöscht werden.⁴Daten, die außerhalb der ausgewiesenen Speicherplätze abgelegt werden, unterliegen keiner Sicherheit und können jederzeit gelöscht werden.⁵Durch das Gerätezentrum findet keine regelmäßige Archivierung für die Nutzer_innen statt.

(3)¹Unabhängig davon ist das Gerätezentrum selbst berechtigt, die vom Gerätezentrum gewonnenen Daten zu speichern.²Ein Anspruch der Nutzer_innen folgt hieraus nicht.

§ 13 Arbeitsergebnisse und Schutzrechte

(1)¹Im Zusammenhang mit der Nutzung bzw. den Leistungen des Gerätezentrums erfolgt regelmäßig eine Forschungsunterstützung der Nutzer_innen durch das Gerätezentrum, so dass hierbei gemeinsame Arbeitsbeiträge und

Arbeitsergebnisse entstehen.²Hierfür sind von den Nutzer_innen die Rechte des Gerätezentrums (Urheberrechte, Schutzrechte, etc.) zu beachten; insbesondere im Hinblick auf Schutzrechte und bei Veröffentlichungen.

(2) Arbeitsergebnisse sind sämtliche schutzrechtsfähigen und nichtschutzrechtsfähigen Ergebnisse, die durch Nutzer_innen und dem Gerätezentrum als Parteien bei Durchführung der jeweiligen Nutzung/Leistung erzielt werden (z. B. Erfindungen, Schutzrechte, Know-how, etc.) einschließlich der hieraus hervorgehenden Daten und Unterlagen (Dokumente, Zeichnungen, Prototypen, Software, etc.).

(3)¹Die entstehenden Arbeitsergebnisse stehen derjenigen Partei zu, durch dessen Personen (Beschäftigte, Beauftragte, etc.) sie entstanden sind.²Alleinige Arbeitsergebnisse, einschließlich alleiniger Erfindungen einer Partei, stehen ihr allein zu.³Arbeitsergebnisse, an denen mehrere Parteien beteiligt sind, gehören diesen Parteien gemeinsam.⁴Der Anteil einer Partei bestimmt sich nach dem jeweiligen Arbeitsbeitrag, den eine Partei zum Arbeitsergebnis geleistet hat.

(4)¹Alleinige Arbeitsergebnisse können von der jeweiligen Partei uneingeschränkt verwertet werden.²Davon unberührt bleiben die vereinbarten Nutzungsrechte und die Beachtung der sonstigen Pflichten.³Über die Verwertung der gemeinschaftlichen Arbeitsergebnisse werden sich die Parteien einvernehmlich einigen.⁴Die Einigung ist zu regeln bevor mit der Verwertung begonnen wird.⁵Grundsätzlich sollen dabei die Kosten- und Nutzungsanteile dem jeweiligen Anteil der Parteien am Arbeitsergebnis lt. Absatz 3 entsprechen.

(5)¹Das Gerätezentrum und die Nutzer_innen sind grundsätzlich daran interessiert, etwaige schutzrechtsfähige Ergebnisse zum Schutzrecht anzumelden.²Bei gemeinschaftlichen Erfindungen werden sich die Parteien innerhalb der vom Arbeitnehmererfindungsgesetz (ArbnErfG) vorgegebenen Freigabefristen über die Anmeldung (einschließlich der Federführung im Einzelfall), Aufrechterhaltung, Verteidigung, Kostentragung sowie über die Nutzung der Gemeinschaftserfindung abstimmen.³Die Federführung obliegt regelmäßig der Partei mit dem größten Erfindungsanteil; die Kosten- und Nutzungstragung erfolgt grundsätzlich entsprechend den jeweiligen Erfindungsanteilen.⁴Die Partei, die eine bei ihr im Rahmen der Nutzung/Leistung des Gerätezentrums ent-

standene Erfindung zum Schutzrecht angemeldet, wird die jeweiligen anderen Parteien rechtzeitig im Voraus darüber informieren. ⁵Will eine Partei auf die Anmeldung und/oder Aufrechterhaltung ihres Schutzrechtes oder eines ihr hiernach zustehenden Schutzrechtsanteils verzichten, wird sie das Schutzrecht oder ihren Anteil daran oder die Anmeldung darauf den jeweiligen anderen Parteien zur Übertragung zu marktüblichen Bedingungen anbieten. ⁶Die Vorschriften des ArbNErfG sind von allen Parteien zu beachten. ⁷Über die Einzelheiten werden die Parteien im Voraus eine gesonderte Vereinbarung treffen. ⁸Die an einer Gemeinschaftserfindung beteiligten Parteien sind verpflichtet darauf hinzuwirken, dass Ergebnisprotokolle geführt und Erfindungsanteile durch die Erfinder_innen einvernehmlich festgelegt und protokolliert werden.

(6) ¹Jede Partei erhält sowohl während als auch nach Beendigung der Zusammenarbeit ein nicht ausschließliches, nicht übertragbares, nicht unterlizenzierbares und unentgeltliches Nutzungsrecht an allen Arbeitsergebnissen der Nutzung/Leistung für ihre eigenen wissenschaftlichen Zwecke in Forschung und Lehre. ²Dies umfasst auch die Nutzung in Drittmittelprojekten.

(7) ¹Im Falle der kommerziellen Nutzung durch eine am Recht/Arbeitsergebnis beteiligten Partei ist den übrigen an der gemeinsamen Erfindung beteiligten Parteien ein finanzieller Ausgleich zu marktüblichen Bedingungen zu zahlen. ²Die Einzelheiten dieses finanziellen Ausgleichs sind zu regeln bevor die kommerzielle Nutzung aufgenommen wird.

(8) ¹Die Vergabe von Lizenzen und sonstigen Rechten an Dritte bedarf stets der schriftlichen Einwilligung und der Vergütungsbeteiligung aller am Recht/Arbeitsergebnis beteiligten Parteien. ²Die Zustimmung darf nicht unbillig verweigert werden.

§ 14 Veröffentlichungen (Publikationen, Vorträge, etc.)

(1) Das Gerätezentrum und die BTU streben im Interesse des Wissens- und Technologietransfers wissenschaftliche Veröffentlichungen (Publikationen, Vorträge, etc.) an.

(2) ¹Bei jeder Veröffentlichung sind die Interessen der Parteien (z. B. Wahrung vertraulicher Informationen, Datenschutzvorgaben, etc.) und die Sicherung von Schutzrechten (z. B. mögli-

che Patentanmeldung) zu beachten und angemessen zu berücksichtigen. ²Bei Themen, die das Gebiet der Zusammenarbeit betreffen, soll die veröffentlichende Partei die anderen Parteien rechtzeitig vor der Veröffentlichung informieren.

(3) ¹Gemeinsam erzielte Arbeitsergebnisse werden grundsätzlich gemeinsam veröffentlicht. ²Die Art und Weise der Veröffentlichung ist einvernehmlich abzustimmen. ³Auf die Zusammenarbeit zwischen den Nutzer_innen und dem Gerätezentrum ist hinzuweisen.

(4) ¹Veröffentlichungen, die vertrauliche Informationen und/oder Ergebnisse der anderen Parteien enthalten, bedürfen der vorherigen Zustimmung der Parteien. ²Sie sind der Partei rechtzeitig (i. d. R. 2 Monate) vor der Veröffentlichung zur Prüfung vorzulegen. ³Wird die Zustimmung nicht innerhalb 1 Monats nach Vorlage bei der Partei verweigert, so gilt sie als erteilt. ⁴Äußert die betreffende Partei Einwände, werden sich die Parteien auf eine mögliche Art der Veröffentlichung gemeinsam verständigen. ⁵Die Zustimmung darf nicht unbillig verweigert werden.

(5) Sofern die Veröffentlichung keine vertraulichen Informationen und keine Ergebnisse der anderen Partei enthält, ist jede Partei ohne Zustimmung der Partei zur Veröffentlichung berechtigt.

(6) Die Veröffentlichungsbestimmungen der Studien-, Prüfungs-, Promotions- und Habilitationsordnungen sowie Fördermittelaufgaben und Fördermittelrichtlinien sind einzuhalten.

§ 15 Anerkennung

(1) Im Falle der Veröffentlichung von Ergebnissen, die durch maßgebliche Beteiligung des Gerätezentrums erzielt wurden, ist dessen Beitrag wie folgt anzuerkennen:

1. Werden Arbeiten veröffentlicht, die ganz oder teilweise unter Nutzung der personellen, technischen oder technologischen Ressourcen des Gerätezentrums entstanden sind, sollen Partner als Mit-Autoren genannt werden, wenn sie wesentlich zu den wissenschaftlichen Ergebnissen beigetragen haben (vgl. § 14).

2. Liegt keine direkte Beteiligung an den wissenschaftlichen Ergebnissen vor, soll das Gerätezentrum in der Danksagung wie folgt Erwähnung finden:

"Wir möchten die Unterstützung des von der

DFG geförderten Gerätezentrums "Physik rotierender Strömungen" der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus–Senftenberg anerkennen."

„We would like to acknowledge the assistance of the Core Facility Centre "Physics of Rotating Fluids" of the Brandenburg University of Technology Cottbus–Senftenberg, supported by the DFG.“

(2) Sonstige oder weitergehende Anerkennungspflichten nach den Förderbescheiden und Förderrichtlinien bleiben unberührt.

§ 16 Eigenverantwortung der Nutzer_innen, Versicherungsschutz

(1) Das Gerätezentrum oder die BTU schließen keine Versicherung für die Nutzer_innen und ihre Gerätschaften ab.

(2) Die Nutzer_innen sind verpflichtet, für den notwendigen und gewünschten Versicherungsschutz selbst zu sorgen (z. B. Krankenversicherungs- und Unfallversicherungsschutz; Haftpflicht-, Diebstahl- und Geräteversicherung; Reiseversicherung, Reiserücktrittsversicherung, etc.).

(3) ¹Das Gerätezentrum oder die BTU übernehmen keine Gewähr für die Gewährung von Fördermitteln und die Erstattung von Kosten. ²Insbesondere sind sie nicht für die Übernahme von Kosten durch die DFG zuständig. ³Die Beantragung der Förderung liegt vollständig in der eigenen Verantwortung der Nutzer_innen.

(4) Die Nutzer_innen sind verantwortlich für durch sie an den Geräten, Apparaturen und den Einrichtungen verursachte Beschädigungen und sonstige durch sie verursachte Schäden und haben diese zu ersetzen.

§ 17 Ausschluss der Gewährleistung

(1) ¹Das Gerätezentrum und die BTU übernehmen keine Gewähr dafür, dass die speziellen Anforderungen der Nutzer_innen in vollem Umfang gewährleistet werden können. ²Sie übernehmen auch keine Gewähr dafür, dass alle Ressourcen jederzeit fehlerfrei und ohne Unterbrechung nutzbar sind oder für die fehlerfreie und dauerhafte Sicherung der von den Nutzer_innen gewonnenen Daten.

(2) ¹Das Gerätezentrum und die BTU werden die Leistungen sachgerecht und unter Berücksichtigung des aktuellen Standes von Wissenschaft und Technik ausführen. ²Sie übernehmen jedoch keine Garantie für das tatsächliche

Erreichen eines Forschungs- und Entwicklungserfolges oder eine Verwertbarkeit der Ergebnisse. ³Es besteht keine Haftung für bestimmte oder allgemeine Nutzbarkeit, Anwendbarkeit oder Vollständigkeit.

(3) ¹Es wird keine Gewährleistung für die Richtigkeit und Vollständigkeit im Rahmen dieser Vereinbarung übermittelten Ergebnisse und Informationen übernommen. ²Über etwaige Zweifel an der Richtigkeit der übermittelten Ergebnisse bzw. Informationen wird das Gerätezentrum die Nutzer_innen jedoch unverzüglich informieren.

(4) ¹Das Gerätezentrum und die BTU treten nicht für etwa entgegenstehende Schutz- oder Urheberrechte Dritter ein. ²Werden jedoch Schutz-, Urheber- oder sonstige Rechte Dritter bekannt, die für die Vertragsdurchführung von Bedeutung sind, so wird das Gerätezentrum dies den Nutzer_innen unverzüglich mitteilen.

§ 18 Haftung

(1) ¹Das Gerätezentrum und die BTU haften unabhängig vom Rechtsgrund nur bei Vorsatz und grober Fahrlässigkeit. ²Sie haften nicht für entgangenen Gewinn und sonstige mittelbare Schäden (Betriebsunterbrechungen, Produktionsstillstände, etc.). ³Die Haftung wird außerdem begrenzt auf typische und vorhersehbare Schäden.

(2) Die vorstehenden Haftungsbeschränkungen gelten auch zugunsten der Haftung der Beschäftigten und Studierenden, der gesetzlichen Vertreter_innen sowie der Erfüllungs- und Verrichtungsgehilfen der BTU und des Gerätezentrums.

(3) ¹Die Haftungsbeschränkungen gelten nicht bei Schäden aus der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit sowie bei Ansprüchen, bei denen ein Haftungsausschluss gesetzlich nicht zulässig ist (z. B. Ersatzpflicht des Herstellers nach dem Produkthaftungsgesetz). ²Die Haftungsbeschränkungen gelten ferner nicht bei der Verletzung wesentlicher Vertragspflichten, d. h. Vertragspflichten, deren Erfüllung dem Vertrag das Gepräge gibt und seine ordnungsgemäße Durchführung überhaupt erst ermöglicht.

§ 19 Anzuwendendes Recht, Gerichtsstand

(1) ¹Für die Nutzung des Gerätezentrums und das Nutzungsverhältnis gilt ausschließlich deutsches Recht unter Ausschluss der Kollisi-

onsregelungen des internationalen Privatrechts. ²Die Anwendung des UN-Kaufrechts wird ausgeschlossen.

(2) Erfüllungsort und ausschließlicher Gerichtsstand sind Cottbus.

(3) Die deutsche Fassung der Nutzungsordnung ist vorrangig und bindend, z. B. bei eventuellen Abweichungen in den Übersetzungen der fremdsprachigen Fassungen.

§ 20 Inkrafttreten

(1) ¹Diese Nutzungsordnung tritt rückwirkend zum 15. August 2018 in Kraft. ²Sie gilt bis zum Erlass einer geänderten oder neuen Nutzungsordnung oder einer Aufhebung der Nutzungsordnung. ³Die jeweils aktuelle Fassung kann auf den Internetseiten des Gerätezentrums eingesehen und/oder beim Gerätezentrum angefordert werden.

(2) ¹Für die Beurteilung der jeweils geltenden Regelungen und Preise der Nutzungsordnung

ist der Zeitpunkt der verbindlichen Buchungsbestätigung entscheidend. ²Davon abweichend bestimmen sich die eventuelle Umsatzsteuerpflicht und deren Höhe nach den gesetzlichen Regelungen des Umsatzsteuerrechts, d. h. in der Regel nach dem Zeitpunkt der Leistung.

Cottbus, den 17. Juni 2019

Peter Lange
Kanzler (m .d. W. d. G. b.)

Cottbus, den 04. Juni 2019

Prof. Dr. Christoph Egbers
Leiter des Gerätezentrums

Anlage 1 to terms of conditions for access to the DFG Core Facility Centre “Physics of Rotating Fluids”


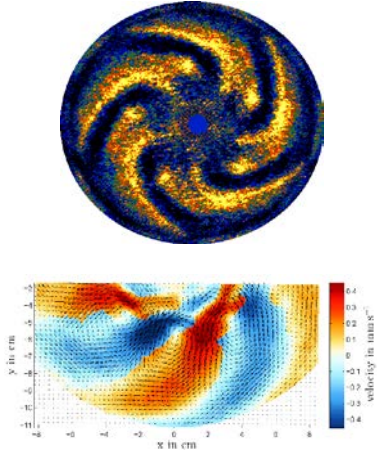
1. Research facilities

The dynamics of rotating and/or stratified flows play a fundamental role in many technical and also geophysical applications (Hopfinger, 1992). E.g., they are of importance in liquid planet cores (Tilgner, 2009), but also in oceans and atmospheres. Moreover, in industrial rotating flows and spacecraft design (Agrawal, 1993) or in industrial mixing processes of stratified liquids they are of great relevance. From a fundamental point of view rotating and/or stratified fluids are different from classical homogeneous non-rotating flows by two central aspects. First, they support new classes of waves, internal waves, inertial waves, and, when rotation and stratification is present, inertial gravity waves (Pedlosky, 2003). Second, they show a very different behavior for large Reynolds numbers since turbulence is highly anisotropic. In the most extreme case, i.e. for strong stratification of fast rotation, the turbulence becomes 2D and energy is pumped up-scale. Hence, small features ‘feed’ larger structures which is a rather counterintuitive process. These two central aspects of rotating and/or stratified flows are a major part of two current directions of research in fluid dynamics. One is the study of coherent structures in transitional and turbulent flows. Whenever a fluid supports waves it is likely that these waves can form structures even in fully turbulent flow (Nazarenko, 2011). However, major issues of the interaction of waves in turbulent flows are unknown or only poorly understood. The other direction is related to a theoretical description of flows with anisotropic turbulence (Davidson, 2013). Scaling laws for this kind of flows differ from the standard models and such laws need to be tested experimentally. It is obvious that such problems need to be attacked preferably by a broad community that has access to experiments and modern measurement equipment to analyze rotating and stratified flows. Considering the goal of establishing a new national and international core facility center for “Physics of Rotating Fluids (PRF)” we describe our preliminary work in this field and connect this to recent studies and the most relevant literature. Doing so it will become clear that the experiments and technical equipment available at the Fluid-Center at BTU (CE) are very well suited to address the problems mentioned above and form an ideal basis for such center of “Physics of Rotating Fluids (PRF)”.

1.1 The spherical gap flow apparatus (DFG EG 100/1-1, 1-2)

The spherical gap flow apparatus (Fig. 1) was already built up in 1996 for investigations of laminar-turbulent transition phenomena in isothermal flows (Egbers & Rath, 1995; Liu et al., 1996; Wulf et al., 1999). Later on, this experiment was used to detect Stewartson-layers in differentially rotating spheres (Hollerbach et al., 2004). In parallel we did numerical simulations and could reproduce the spiral wave flow in a very good agreement (Hollerbach et al., 2006). Since 2002 this experiment was also used as a laboratory breadboard for the GEOFLOW-experiment series of thermal convection with axial (Travnikov et al., 2002; Futterer et al. 2007; Scurtu et al., 2010) or radial temperature gradient and dielectrophoretic force field on ISS described in Sitte et al. (2001), Egbers et al. (2003).

Actually, this experiment is used to investigate inertial waves and in particular different forcing mechanisms to excite inertial wave modes. On the one hand the modes can be excited by modulating the shell's rotation (Koch et al., 2013), on the other hand the modes can be excited via shear instability due to differential rotation of the inner and outer sphere (Rieutord et al., 2012). Inertial waves and wave modes are believed to contribute strongly to the transport of mass and energy in geophysical and astrophysical flows in planetary cores, accretion disks and dynamos in precession. Presently, the issue of mode excitation (Aldridge and Toomre, 1969) is controversially discussed (Zhang et al., 2013). However, it is necessary to clarify this since such modes are involved in the generation of mean flows, and support fluxes induced by turbulent fluctuations. Waves and instabilities play a role in the thermohaline circulation of the oceans (Maas and Harlander, 2007), local wave generation (Harlander and Maas, 2006, 2007a, b), and in the variations of the zonal winds in the equatorial atmosphere (Plumb, 1977). It has been shown in previous studies that a direct resonant forcing of inertial waves can lead to the generation of a strong zonal wind (Tilgner, 2007). This is most relevant in the astrophysical context, because the flow properties in the liquid cores of celestial bodies are known to be strongly affected by harmonic libration, precession or nutation. A set of complementary experiments are currently under development at BTU together with IRPHE, Marseille and FAST, Paris. It is surprising how well inertial wave modes can be excited by differential rotation. It appears that this forcing is more efficient than libration.

		<p>Control parameters:</p> <p>Reynolds number: $Re = (R_{i,0} d \Omega_{i,0}) / \nu$</p> <p>Rayleigh number: $Ra = \frac{\alpha g_E \Delta T}{\nu \kappa} d^3$</p> <p>Prandtl number: $Pr = \nu / \kappa$</p> <p>radius ratio: $n = R / R$</p>
(a) Spherical gap experiment	(b): Flow visualization study (top), PIV measurement (bottom)	(c): Dimensionless Parameters
Figure 1: The spherical gap experiment		

However, in contrast to libration, a variety of waves is excited due to the shear instability. Recent experimental results with the BTU spherical shell show that spiral-like inertial wave modes propagate in the bulk of the shell whereas trapped Rossby waves exist in the Stewartson layer. This nicely confirms numerical results by Schaeffer and Cardin (2005). There are also first signs of wave triads that signal transition to turbulence. Inertial wave turbulence in spherical shells is not well understood. In a recent paper Sauret et al. (2013) discuss the interaction between turbulence and inertial waves. It appears that only waves with a certain frequency are emitted from the turbulent flow. The process of frequency selection remains puzzling but connects nicely with meteorological observations showing that the emission of internal gravity waves from the turbulent atmospheric boundary layer is frequency selective (Dohan and Sutherland, 2005).

1.2 Quasi-Biennial Oscillation (QBO) experiment (DFG EG 100/14-1; HA2932/6-1)

The Quasi-Biennial Oscillation (QBO-) experiment (Fig. 2) is an example of successful co-operation inside the CFTM2: BTU studied inertial wave excitation and wave attractors in an annulus with an inner frustum in the laboratory (CE, UH) and direct numerical simulations (DNS) supervised by Eberhard Schaller and Andreas Will (Meteorology). This study is thematically connected to the work described for the spherical shell. However, the annulus geometry is simpler and due to the larger size of the tank smaller Ekman numbers can be reached. This allows for experiments similar to the one done by Plumb and McEwan (1978) to explain how gravity waves can drive the QBO, an oscillating mean flow in the equatorial stratosphere. In the BTU experiment inertial waves play the role of gravity waves. The question was whether inertial wave driven mean flows resemble internal wave driven flows. As

for the spherical shell geometry, inertial waves were excited due to liberation of the inner or outer part of the annulus. This is in a sense similar to the configuration of McEwan (1970). The advantage of our setup is that inertial waves are excited at predefined regions that depend on the boundaries that oscillate. This allows the different wave excitation mechanisms to be separated. Inertial waves are efficiently excited when fluid particles are forced to cross surfaces of constant angular momentum (in analogy to gravity waves that can be excited by pushing fluid particles across surfaces of constant density). It turned out that boundary layers play a much more important role for the mean flow generation in the liberating tank compared to the experiments by Plumb and McEwan (1978) and the mean flow structures differ significantly. However, due to our setup we were able to separate the effects of the different boundary layers. Usually, in studies with an entire tank librating, the Stokes and Stewartson layers at the vertical walls are neglected or treated schematically (Wang 1970; Busse 2011). In contrast, we could very clearly distinguish between the Stokes/Stewartson layer effects and the effects from the Ekman layers. We further study efficiency of wave excitation and how the latter depends on frequency. We found that wave excitation is most efficient for frequencies for which the boundary layers erupt. These frequencies are different for the different boundary layers that are involved in the libration process. Our findings are summarized in a series of papers (Borcia & Harlander, 2013; Borcia et al., 2014; Klein et al. 2014). As was mentioned for the spherical shell, inertial wave turbulence is not well understood. This is due to the strong anisotropy of turbulence in rotating flows and due to nonlinear wave interactions and wave selection processes that are still unclear. The QBO-Taylor-Couette system is ideally suited to investigate wave turbulence in rotating flows: it allows for small Ekman numbers due to fast rotation and a wide gap, it

allows for a controlled wave excitation (either by libration or by differential rotation), and it is accessi-

ble to optical measurement techniques from top and side view.

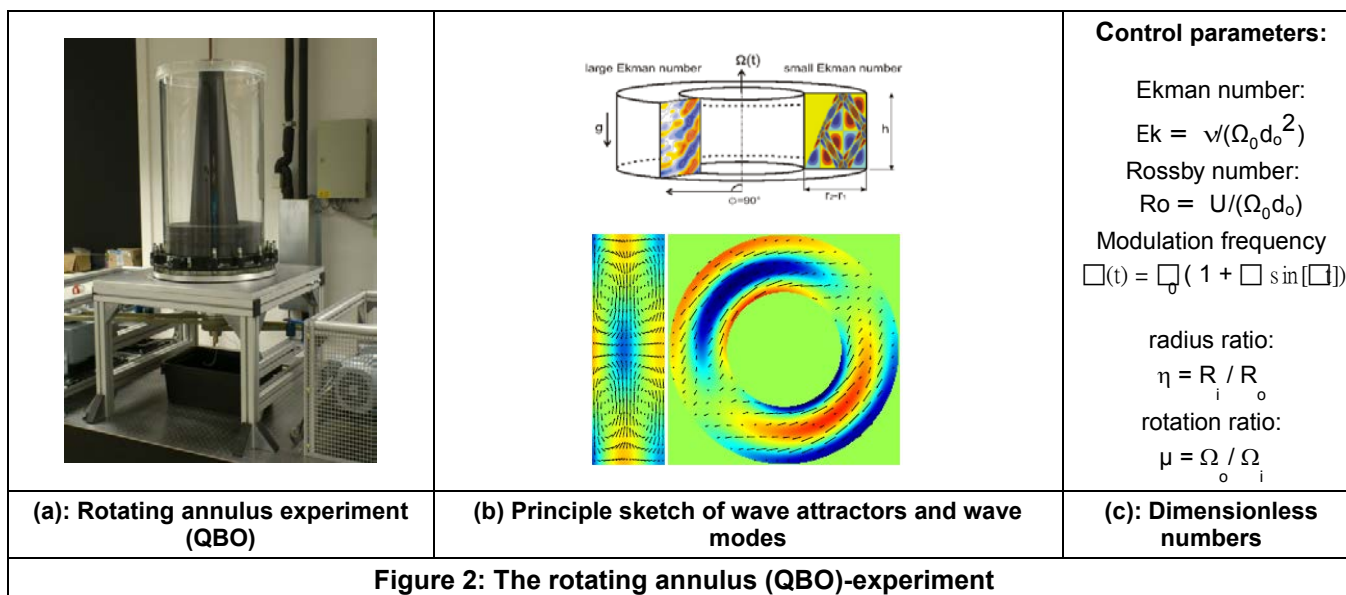
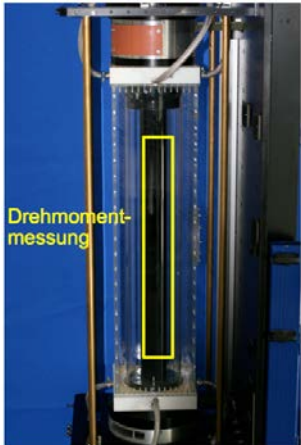
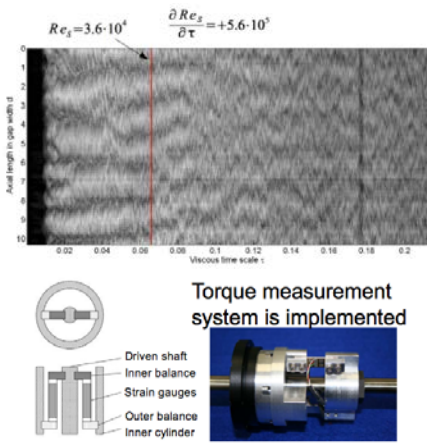


Figure 2: The rotating annulus (QBO)-experiment

1.3 The Taylor-Couette apparatus (DFG EG 100/2, EG 100/7; EG 100/15-1, 15-2; FOR1182)

Different Taylor-Couette experiments have been headed by CE since the late 1990's. The first apparatus (EG 100/2) was used to investigate the influence of asymmetric boundary conditions on the dynamics of Taylor-Couette flow where the inner cylinder and the bottom plate co-rotated, while the outer one was at rest like in a rotor-stator-cavity flow (Meincke et al., 2000). The second apparatus (EG 100/7) was built-up to investigate the dynamics of fluid flow with superposition of rotation and a radial temperature gradient between inner and outer cylinders (Deters et al., 2008). The third one as illustrated in Fig. 3 is actually used for investigations of fully developed turbulent Taylor-Couette flows in wide gap configurations (Merbold et al., 2011). This work is part of the running DFG research group "Turbulence", FOR 1182, headed by CE (EG 100/15-1, 15-2, EG100/16-1, 16-2). There are two central and unresolved questions in astrophysics that are related to Taylor-Couette flows. The first one is how to get the Keplerian flow profile unstable (Shalybkov and Rüdiger, 2005). The Keplerian profile is a model for the flow in an accretion disk and this profile is 'shallower' than Rayleigh-unstable flows, hence the Keplerian profile is linearly stable. One possibility to enhance instability is to add a magnetic field and triggering the so called Magneto-Rotational Instability (MRI). Future studies in co-operation with Innocent Mutabazi (LOMC, Le Havre) are devoted to the MRI which is believed to play a crucial role in planetary dynamos and accre-

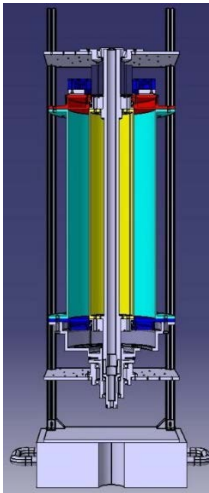
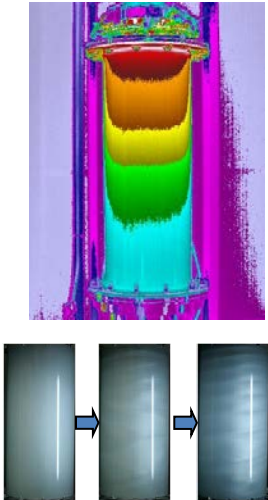
tion disks, its experimental demonstration requires challenging conditions. In the limit of large magnetic Reynolds number ($Rm \gg 1$), the MRI equations have a strong analogy with the equations governing viscoelastic instabilities, as described by the Oldroyd-B model in the limit of large Weissenberg number ($Wi \gg 1$) (Ogilvie and Proctor, 2003). Our aim is to conduct joint experimental and numerical studies of viscoelastic Couette-Taylor flow in the appropriate parameter range for the MRI analogy. Another option to make the Keplerian profile unstable is to add a stable stratification (Withjack and Chen, 1974). This is the so called Stratorotational Instability (SRI) that will be discussed later. The second central question related to Taylor-Couette flows is how efficient angular momentum is transported outward when the flow is turbulent. Related to this is the question on how the turbulent angular momentum transport scales with the input parameters, e.g. the Reynolds number and the rotation ratio (Eckhardt et al., 2007). The transport shows a distinct maximum for a certain rotation ratio (van Gils et al., 2012; Paoletti and Lathrop, 2011; Merbold et al., 2013) but the reason for this maximum is still under debate. Presently, the flow structures around the torque maximum are investigated (Brauckmann & Eckhardt, 2013) and 'bursting' events seem to play a relevant role. In this context we also should mention an interesting discovery made in the high Reynolds number regime. Looking for the ultimate turbulent regime in the Taylor-Couette flow, Huisman et al. (2014) surprisingly found multiple turbulent states. This implies states of different angular momentum transport even in fully turbulent flow.

 <p>Drehmoment-messung</p>	 <p>Control parameters:</p> <p>Reynolds number: $Re_{i,o} = (R_{i,o} d \Omega_{i,o}) / \nu$</p> <p>aspect-ratio: $\Gamma = H/d$</p> <p>radius ratio: $\eta = R_i / R_o$</p> <p>rotation ratio: $\mu = \Omega_o / \Omega_i$</p>	<p>(a): Taylor-Couette experiment</p>
<p>(b) Flow visualization and space-time-plot (top); Torque measurement system integrated into the inner cylinder (bottom)</p>	<p>(c): Dimensionless parameters</p>	<p>Figure 3: The Taylor-Couette experiment</p>

1.4 Strato-Rotational-Instability (SRI) experiment (DFG EG 100/18-1; HA2932/7-1)

We have mentioned in the Taylor-Couette part above that one option to get Keplerian flows unstable is to introduce stratification. Such an instability is necessary to explain the open astrophysical problem on how material from an extended (protoplanetary) accretion disk can reach the center and form a

slow rotating solid central body (Shalybkov and Rüdiger, 2005; Gellert and Rüdiger, 2009). Conservation of angular momentum prevents this collapse. Some source of greatly enhanced dissipation is necessary and very likely this source is related to turbulence. Purely hydrodynamic disks are stable (Ji et al., 2006), hence some other mechanisms are required to destabilize the disk.

		<p>Control parameters:</p> <p>Reynolds number $Re = \Omega_i R_i D / \nu$</p> <p>Froude number: $Fr = \Omega_i / N$</p> <p>Buoyancy frequency: $N^2 = -(g/\rho_0) dp/dz$</p> <p>radius ratio: $\eta = R_i / R_o$</p> <p>rotation ratio: $\mu = \Omega_o / \Omega_i$</p>
<p>(a) Sketch of SRI-experiment</p>	<p>(b): Thermography (top) and flow visualization (bottom)</p>	<p>(c): Dimensionless parameters</p>
<p>Figure 4: The Strato-Rotational (SRI)-experiment</p>		

At BTU, we investigate the strato-rotational instability (SRI) that appears in a stratified disk. Initial experiments as illustrated in Fig. 4 have shown that the instability exists in the laboratory and results agree with linear stability analysis (Le Bars and Le Gal, 2007). However, comparison with accompany-

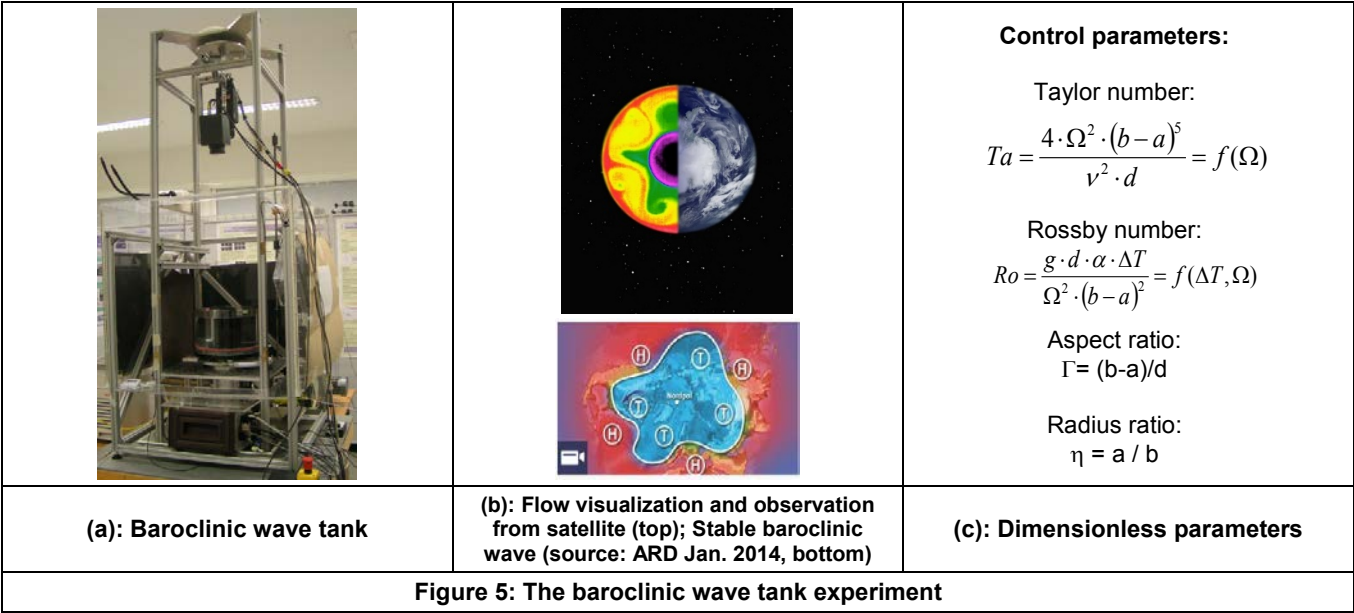
ing nonlinear simulations could lead to a deeper understanding of the instability mechanism and its relevance for astrophysical applications. Secondary bifurcations further away from the marginal stability line have not yet been investigated and are feasible with the new experimental set-up as well as with

numerical simulations. Moreover, it is important to clarify the relation between SRI and so called radiative instabilities (Le Dizes and Riedinger, 2010; Park and Billant, 2013). The latter explains the growth of perturbations due to inertia-gravity waves that are reflected between the disk’s center and a critical level. The so called overreflection at the critical level then leads to a growth in wave amplitude and finally to turbulence due to wave breaking. Radiative instability might not be alone a factor in the formation of planetesimals in accretion disks, but also in the radiation of energy from the convective zones of stars towards their radiative zones. Also in the context of stratified vortices in oceans and the atmosphere SRI and radiative instabilities are of large interest (Park and Billant, 2012) which underpins the necessity to conduct experiments with the stratified Taylor-Couette apparatus.

1.5 The baroclinic wave tank experiment (DFG EG 100/3; EG 100/13-1, 13-2, 13-3; SPP 1276 “MetStröm”)

In 2000 BTU (CE) started his first baroclinic wave tank experiment to investigate the transition phenomena to irregular flows (Sitte & Egbers, 1999(a); Sitte & Egbers, 1999(b); Sitte & Egbers, 2000; von Larcher & Egbers, 2005). Later on, this experiment became a reference experiment (Fig. 5) inside the

German-wide DFG priority program “MetStröm”. Baroclinic waves are responsible for the transport of momentum and heat in atmospheres and oceans. The differentially heated rotating annulus is a widely studied laboratory model describing the main aspects of cyclogenesis and the general mid-latitude atmospheric circulation. The radial temperature difference in the cylindrical tank and its rotation rate can be set such that the isothermal surfaces in the bulk become tilted with respect to the direction of gravity, leading to the formation of baroclinic waves. The signatures of these waves at the free water surface have been analyzed via infrared thermography in a wide range of rotation rates (keeping the radial temperature difference constant) and under different initial conditions. In parallel to the laboratory experiments, five groups of the MetStröm collaboration have conducted numerical simulations using the experiment’s geometry and the experimental parameters. They used different approaches and solvers, and applied different initial conditions and perturbations. The experimentally and numerically obtained results have been evaluated and compared in terms of their dominant wave modes, spatio-temporal variance properties and drift rates. Thus certain “benchmarks” have been created that can later be used as test cases for atmospheric numerical model validation (Borchert et al., 2014; Vincze et al., 2014; Hoff et al., 2014).



The MetStröm priority program focused on multiple-scale processes. In recent years the interest on small-scale waves that are related to baroclinic fronts has strongly increased since the small features have to be parameterized in numerical weather models (see the MS-Gwaves project). In two MetStröm spin-off projects conducted with A. Randriamampianina and P. Le Gal from Marseille and Th. v. Larcher from FU Berlin (DAAD-PROCOPE

program ‘baroclinic waves, ref. 55908227; EuHIT-BaroStrat) we studied the occurrence of internal gravity waves in the baroclinic annulus. The DAAD-PROCOPE project was intended on gravity waves that result from boundary layer instability (Randriamampianina, 2013). In the EuHIT-BaroStrat project we tried to produce a thin baroclinically unstable layer in a salt stratified fluid. The question is, whether from this layer gravity waves can be emit-

ted into the stable regions of the flow. This is part of an important new research direction in fluid mechanics: the generation of waves from turbulence (Dohan & Sutherland, 2005; Sauret et al., 2013). Since many years, the generation of turbulence from waves have been studied, but it appears that the reverse process is as important since local turbulence that generates waves can lead to remote changes of energy and momentum. This is of great relevance for technical and environmental applications.

1.6 The MS-GWaves experiment (HA2932/8-1; FOR 1898)

As mentioned above, the MetStröm priority program was intended to study the coexistence of large and small scale waves. The interest on small-scale waves that are related to baroclinic fronts has

strongly increased since it is urgent to parameterize this particular wave source for numerical weather models (Borchert, Achatz and Fruman, 2014). BTU (UH) contributes to this topic within a new interdisciplinary DFG research group (FOR1898) with a new reference experiment on MS-Gwaves (Fig. 6): A differentially heated rotating annulus experiment, similar to the baroclinic wave tank but larger, is currently built up. It provides the necessary reference data for benchmarks of model simulations at Goe-the University of Frankfurt (U.Achatz) and Leibniz-Institute of Atmospheric Physics (IAP), Kühlungs-born (Ch. Zülicke). The size of the tank accommodates the fact that the buoyancy frequency N in the atmosphere is much larger than the Coriolis parameter f .

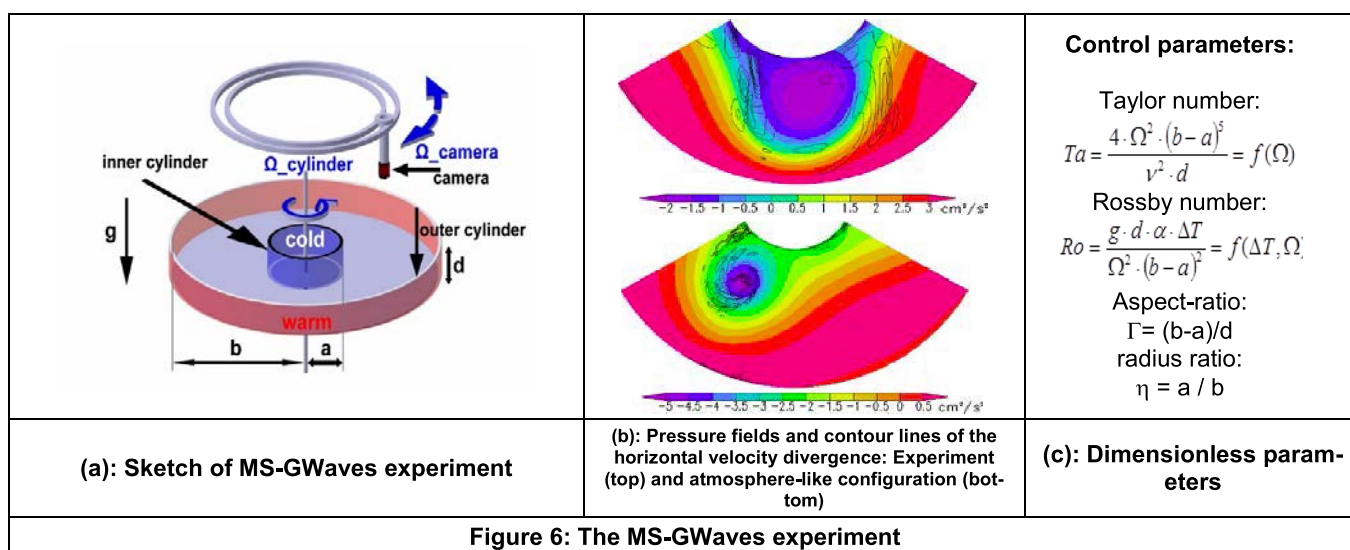


Figure 6: The MS-GWaves experiment

Statistical tests developed at Università della Svizzera Italiana (USI), Lugano, Switzerland (I. Horenko) will be used to optimally detect possible shortcomings in the proposed parameterizations in dependence of crucial flow parameters, such as rotation rate and radial temperature difference (Horenko et al., 2011). It is important to carry out further purpose-oriented experiments. The new large baroclinic tank allows further to do experiments on realistic wave-topography interactions (Read and Risch, 2011) with small Ekman numbers and a more realistic N/f , two claims that cannot be fulfilled by the classical baroclinic tank setup used in MetStröm or in other laboratories.

1.7 The Geoflow experiments (DLR, ESA)

BTU (CE as principle investigator, PI) carried out experiments together with European scientists in spherical shell geometry on electro-hydrodynamic driven Rayleigh–Bénard convection. These experiments have been performed for both temperature independent ('GeoFlow I') and temperature-

dependent fluid viscosity properties ('GeoFlow II') like in the Earth's interior (Davaille & Jaupart, 1994; Androvandi et al. 2011). To set up a self-gravitating force field, a high-voltage potential between the inner and outer boundaries and a dielectric insulating liquid is used (Yavorskaya et al. 1984; Hart et al. 1986; Bercovici et al, 1989(b)); the experiments (Fig. 7) were performed under microgravity conditions on the International Space Station in the Fluid Science Laboratory (Egbers et al., 2003). In front of these experiments we did stability analysis (Travnkov et al., 2003), numerical simulations (Beltrame et al., 2006) and bifurcation analysis (Beltrame et al., 2003) in three-dimensional spherical geometry to reproduce the results expected in the 'GeoFlow' experiments. We used Wollaston prism shearing interferometry for flow visualization – an optical method producing fringe pattern images. In 'GeoFlow I', we saw a sheet-like thermal flow. In this case convection patterns have been successfully reproduced by three-dimensional numerical simulations using two different and independently

developed codes (Futterer et al., 2011; Feudel et al., 2011). In contrast, in 'GeoFlow II', we obtain plume-like structures (Futterer et al., 2013; Futterer

& Egbers, 2014) in a very good agreement with previous work of Christensen & Harder (1991).

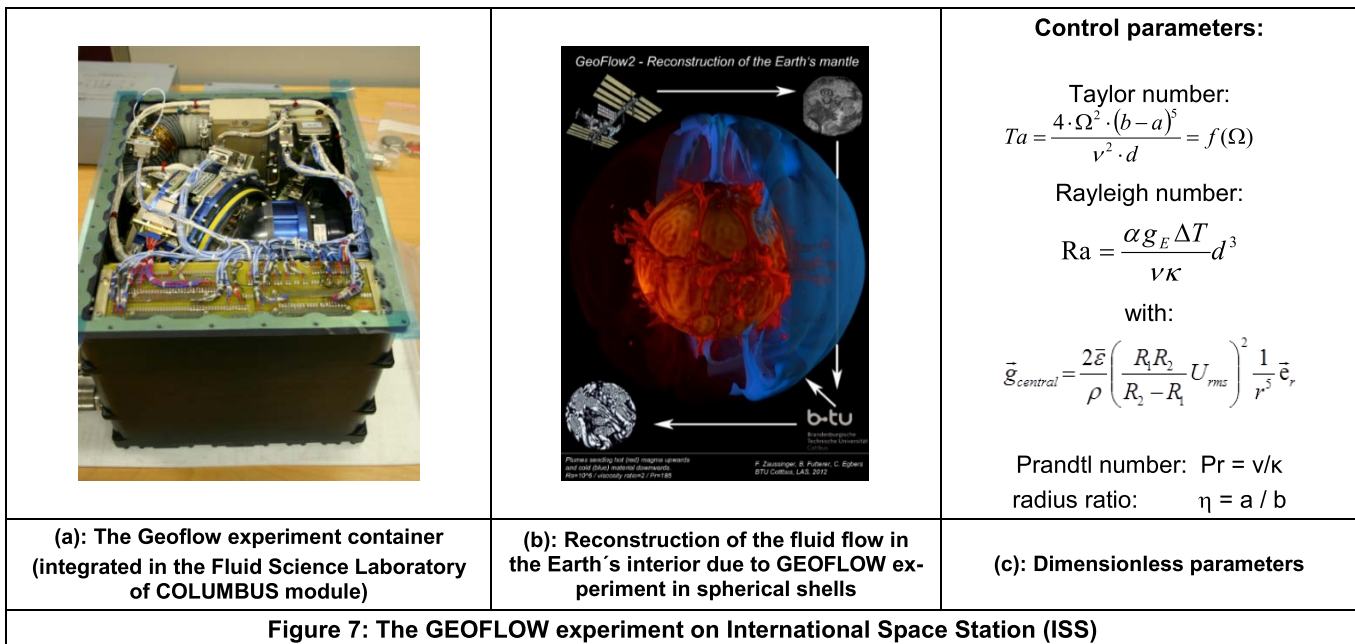


Figure 7: The GEOFLOW experiment on International Space Station (ISS)

1.8 Summary

We think that the experiments and instruments described above and provided to the community of fluid dynamics, geo-/astrophysics, meteorology, oceanography, and engineering in form of a core facility center for "Physics of Rotating Fluids (PRF)" helps to bring the discipline of rotating/stratified flows forward. The questions addressed strongly

prompt a common effort. Moreover, a cross-fertilization between researches from different research units will have a strong synergy effect necessary to entangle the complex issues that have been addressed above and are inherent to turbulent rotating and stratified flows. In Table 1, we summarize the non-dimensional parameters and parameter ranges of the experiments (for definition of the parameters see boxes in Figs. 1-7).

Exp.	η radius ratio	Γ aspect ratio	Ω_{\max} [rpm]	Re	Ek	Ta	Ra	Pr	Fr	Ro
Sphere	0.36-0.5		200	10^4 - $2 \cdot 10^5$			10^5 - 10^7			
QBO	0.25-0.5	4	150		10^{-4} - $5 \cdot 10^{-7}$					10^{-1} -10
TC1 TC2	0.1-0.71 0.5	20-35 20	150 480	0 - $2 \cdot 10^5$ 0 - 10^6						
SRI	0.5	10	60	$2 \cdot 10^2$ - $4 \cdot 10^4$				7-60	1-620	
Baro. wave	0.3-0.5	4	40			10^5 - 10^8		7		10^{-1} -10
MS-Gwaves	0.28	10	30			10^5 - 10^9		7		10^{-2} -10
Geoflow	0.5		12			10^4 - 10^7	10^6	10^1 - 10^2		

Table 1: The non-dimensional parameters of the experiments (definition of the parameter see boxes in Fig. 1)

2. References

- Agrawal, B. N. 1993, Dynamic characteristics of liquid motion in partially filled tanks of a spinning spacecraft, *J. Guid. Control Dyn.* 16, 636–640
- Aldridge K. D. and Toomre A., 1969, Axisymmetric inertial oscillations of a fluid in a rotating spherical Container, *J. Fluid Mech.*, 37, 307–23
- Androvandi, S., Davaille, A., Limarea, A., Fouquiera, A., Marais, C., 2011, At least three scales of convection in a mantle with strongly temperature-dependent viscosity. *Phys. Earth Planet. Inter.* 188, 132–141
- Beltrame, Ph, Egbers, Ch., Hollerbach, R., 2003, The GEOFLOW-experiment on ISS (part III): Bifurcation analysis, *Advances in Space Research*, vol. 32, No.2, 191-197
- Beltrame, P., Travnikov, V., Gellert, M., Egbers, Ch., 2006, GEOFLOW: Simulation of convection in a spherical gap under central force field, *Nonlin. Processes in Geophys.*, 13, 1-11
- Bercovici, D., Schubert, G., Glatzmaier, G. A., Zebib, A. 1989b, Three-dimensional thermal convection in a spherical shell. *J. Fluid Mech.* 206, 75–104.
- Borchert, S., Achatz, U., Remmler, S., Hickel, S., Harlander, U., Vincze, M., Alexandrov, K. D., Rieper, F., Heppelmann, T., Dolaptchiev, S. I., 2014, Finite-volume models with implicit subgrid-scale parameterization for the differentially heated rotating annulus, *Meteorologische Zeitschrift*, 23, 561 – 580
- Borchert, S., Achatz, U., Fruman, M.D., 2014, Gravity wave emission in an atmosphere-like configuration of the differentially heated rotating annulus experiment, *Journal of Fluid Mechanics*, 758, 287 - 311
- Borcia, I.D., Harlander, U., 2013, Inertial waves in a rotating annulus with inclined inner cylinder, *Theoret. Comp. Fluid Dynamics*, 27, 397-413
- Borcia, I.D., Ghasemi V., A., Harlander, U, 2014, Inertial wave mode excitation inside a rotating cylindrical container with librating walls. *Fluid Dyn. Res.*, 46, 041423, doi: 10.1088/0169-5983/46/4/041423
- Brauckmann H. J. and Eckhardt, B, 2013, Direct Numerical Simulations of Local and Global Torque in Taylor-Couette Flow up to $Re=30.000$, *J. Fluid Mech.*, 718, 398
- Brauckmann, H.J., Eckhardt, B., 2013, Intermittent boundary layers and torque maxima in Taylor-Couette flow, *Phys. Rev. E*, 87, 033004
- Busse, F.H., 2011, Zonal flow induced by longitudinal librations of a rotating cylindrical cavity, *Physica D*, 240, 208–211
- Christensen, U., Harder, H., 1991, Three-dimensional convection with variable viscosity. *Geophys. J. Intl.*, 104, 213–226.
- Davidson, P.A., 2013, *Turbulence in rotating, stratified and electrically conducting fluids*, Cambridge Univ. Press
- Davaille, A. & Jaupart, C., 1994, Onset of thermal convection in fluids with temperature-dependent viscosity: application to the oceanic mantle. *J. Geophys. Res.* 99, 19 843–19 866.
- Deters, T., Egbers, Ch., Zanoun E.-S., Guillermin, R., 2008, Influence of thermal convection in Taylor-Couette flows, *J. Phys.: Conf. Ser.*, 137 (2008) 012015
- Dohan, K. and Sutherland, B. R., 2005, Numerical and laboratory generation of internal waves from turbulence, *Dyn. Atmos. Oceans*, 40, 43–56
- Eckhardt B., Grossmann S., Lohse D., 2007, Torque scaling in turbulent Taylor-Couette flow between independently rotating cylinders., *J. Fluid Mech.*, 581, 221-250
- Egbers, Ch., Rath, H. J., 1995, The existence of Taylor vortices and wide-gap instabilities in spherical Couette flow, *Acta Mechanica*, vol. 111, 125-140
- Egbers, Ch., Beyer, W., Bonhage, A., Hollerbach, R., Beltrame, Ph., 2003, The GEOFLOW-experiment on ISS (part I): Experimental preparation and design, *Advances in Space Research*, vol. 32, No.2, 171-180
- Feudel, F., Bergemann, K., Tuckerman, L., Egbers, Ch., Futterer, B., Gellert, M., Hollerbach, R., 2011, Convection patterns in a spherical fluid shell, *Phys. Rev. E*, 83 (2011), 046304
- Futterer, B.; Brucks, A.; Hollerbach, R.; Egbers, Ch.; 2007, Thermal blob convection in spherical shells, *Int. J. Heat Mass Transfer*, 50, 4079 - 4088
- Futterer, B., Dahley, N., Koch, S., Scurtu, N., Egbers, Ch., Chossat, P., Hollerbach, R., Beltrame, B., Breuer, D., Feudel, F., Mutabazi, I., Tuckerman, L., 2011, From isoviscous to temperature-dependent viscous flow within the fluid physics ISS COLUMBUS laboratory experiment GeoFlow, *Acta Astronautica*, vol. 71, 11 – 19
- Futterer, B., Krebs, A., Plesa, A.-C., Zaussinger, F., Hollerbach, R., Breuer, D., Egbers, Ch., 2013, Sheet-like and plume-like thermal flow in a spherical convection experiment performed under microgravity, *J. Fluid Mech.* (2013), vol. 735, 647-683 ,
- Futterer, B., Egbers, Ch., 2014, Geophysikalisches Strömungsexperiment auf der ISS, *Der innere Kreislauf der Erde, Physik in unserer Zeit*, 2014, 45. Jahrgang,
- Gellert, M., Rüdiger, G., 2009, Stratorotational instability in Taylor-Couette flow heated from above. *J. Fluid Mech.* 623, 375-385
- Harlander, U., Maas, L.R.M., 2006, Characteristics and energy rays of equatorially trapped, zonally symmetric internal waves. *Meteorologische Zeitschrift*, 15, 439-450

- Harlander, U., Maas, L.R.M., 2007a, Two alternatives for solving hyperbolic boundary value problems in geophysical fluid dynamics. *J. Fluid Mech.*, 588, 331-351
- Harlander, U., Maas, L.R.M., 2007b, Internal boundary layers in a well mixed equatorial atmosphere/ocean. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 44, 1-28
- Hart, J. E., Glatzmaier, G. A., Toomre, J., 1986 Space-Laboratory and numerical simulations of thermal convection in a rotating hemispherical shell with radial gravity. *J. Fluid Mech.* 173, 519–544
- Hoff, M., Harlander, U., Egbers, Ch., 2014, Empirical singular vectors of baroclinic flows deduced from experimental data of a differentially heated rotating annulus. *Meteorologische Zeitschrift*, 23, 581 - 597
- Hollerbach, R.; Futterer, B.; More, T.; Egbers, Ch., 2004, Instabilities of the Stewartson Layer, Part 2. Supercritical mode interactions, *Theor. Comp. Fluid Dynamics*, 18, 197 – 204, Springer
- Hollerbach, R., Junk, M., Egbers, Ch., 2006, Non-axisymmetric instabilities in basic state spherical Couette flow, *Fluid Dynamics Research Vol. 38*, ISSN: 0169-5983, 2006
- Hopfinger, E.J. (ed.), 1992, *Rotating Fluids in Geophysical and Industrial Applications*, CISM Courses and Lectures No 329, Springer
- Horenko, I., Metzner, P., Harlander, U., Egbers, Ch., Alexandrov, K., 2011, Nicht-stationäre Analyse des baroklinen Wellentankexperimentes mittels FEM-BV-VARX, Report of the Institute for Computational Science, University of Lugano, 1-5
- Huisman, S.G., Roeland C.A., van der Veen, R.C.A., Sun, C., Lohse, D., 2014, Multiple states in highly turbulent Taylor–Couette flow, *Nature Communications*, 5, art. num. 3820, doi:10.1038/ncomms4820
- Ji, H, Burin, M., Schartman, E., Goodman, J., 2006, Hydrodynamic turbulence cannot transport angular momentum effectively in astrophysical disks, *Nature*, Vol 444, doi:10.1038/nature05323
- Klein, M., Seelig, T., Kurgansky, M.V., Ghasemi V., A., Borgia, I.D., Will, A., Schaller, E., Egbers, Ch., Harlander, U., 2014, Inertial wave excitation and focusing in a liquid bounded by a frustum and a cylinder, *J. Fluid Mech.*, 751, 255-297
- Koch, S., Harlander, U., Egbers, Ch., Hollerbach, R., 2013, Inertial waves in a spherical shell induced by librations of the inner sphere: experimental and numerical results, *Fluid Dyn. Res.* 45,
- Le Bars, M., Le Gal, P., 2007, Experimental analysis of the stratorotational instability in a cylindrical Couette flow. *Phys. Rev. Lett.* 99, id. 064502
- Le Dizes, S., Riedinger, X., 2010, The stratorotational instability of Taylor–Couette and Keplerian flows. *J. Fluid Mech.* 660, 147–161
- Liu, M., Blohm, C., Egbers, Ch., Wulf, P., Rath, H. J., 1996; Taylor vortices in wide spherical shells.; *Phys. Rev. Lett.*, vol. 77, No. 2, 286-289
- Maas, L. R. M., Harlander, U., 2007, Equatorial wave attractors and inertial oscillations, *J. F. Mech.* 570, 47–67
- McEwan, A.D., 1970, Inertial oscillations in a rotating fluid cylinder, *J. Fluid Mech.*, 40, 603–640
- Meincke, O., Scurtu, N., Egbers, Ch., Bänsch, E.: 2000, On the influence of boundary conditions in Taylor-Couette flows. In: *Physics of Rotating Fluids. Lecture Notes in Physics* 549, Springer
- Merbold, S., Brauckmann, H.J., Egbers, Ch., 2013, Torque measurements and numerical determination in differentially rotating wide gap Taylor-Couette flow, *Phys. Rev. E* 87, 023014
- Nazarenko, S., 2011, *Wave turbulence*, Lecture notes in Physics 825, Springer
- Ogilvie, G., Proctor, M.R.E., 2003, On the relation between viscoelastic and magnetohydrodynamic flows and their instabilities, *J. Fluid Mech.*, 476, 389-409
- Paoletti M.S., Lathrop D.P., 2011, Angular momentum transport in turbulent flow between independently rotating cylinders, *PRL*, 106, 024501
- Park, J., Billant, P., 2012, Radiative instability of an anticyclonic vortex in a stratified rotating fluid, *J. Fluid Mech.*, 707, 381-392
- Park, J., Billant, P., 2013, The stably stratified Taylor-Couette flow is always unstable except for solid-body rotation. *JFM* 725, 262 - 280
- Pedlosky, J., 2003, *Waves in the Ocean and Atmosphere*, Springer
- Plumb, R.A., 1977, The interaction of two internal waves with the mean flow: implications for the theory of the Quasi-Biennial Oscillation, *J. Atmos. Sci.*, 34, 1847-1858
- Plumb, R.A., D. McEwan, 1978: The instability of a forced standing wave in a viscous stratified fluid: A laboratory analogue of the quasi-biennial oscillation. *J. Atmos. Sci.*, 35, 1827–1839.
- Randriamampianina, A., 2013, Inertia gravity waves characteristics within a baroclinic cavity *Comptes Rendus Mécanique*, Elsevier, 341 (6), 547-552
- Read, P.L., Risch, S.H., 2011, A laboratory study of global-scale wave interactions in baroclinic flow with topography I: multiple flow regimes, *Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics*, 105, PII 934802668
- Rieutord, M, Triana, S.A., Zimmerman, D.S., Lathrop, D. P., 2012, Excitation of inertial modes in an experimental spherical Couette flow, *Physical Review E*, vol. 86, Issue 2, 026304
- Schaeffer, N., Cardin, P., 2005, Rossby-wave turbulence in a rapidly rotating sphere, *Nonlin. Processes in Geophysics*, 12, 947-953
- Sauret, A., Cebon, D., Le Bars, M., 2013, Spontaneous generation of inertial waves from bounda-

- ry turbulence in a librating sphere, *J. Fluid Mech.*, 728, R5
- Scurtu, N., Futterer, B., Egbers, Ch., 2010, Pulsating and traveling wave modes in natural convection in spherical shells, *Phys. Fluids*, vol.22 (11), 114108, 2010
- Shalybkov, D., Rüdiger, G., 2005, Stability of density-stratified viscous Taylor–Couette flows, *Astron. Astrophys.*, 438, 411–417
- Sitte, B., Egbers, Ch., 1999, LDV-Measurements on baroclinic waves. *Phys. Chem. Earth (B)*, vol.24, 5, 473–476
- Sitte, B., Egbers, Ch., 1999, Experimental investigations on nonlinear behaviour of baroclinic waves, *Developments in Laser Techniques and Applications to Fluid Mechanics* (Eds. R. J. Adrian, D. F. G. Durao, F. Durst, M. V. Heitor, M. Maeda, J. H. Whitelaw), Springer, vol. 9.
- Sitte, B., Egbers, Ch., 2000, Higher order dynamics of baroclinic waves. In: *Physics of Rotating Fluids. Lecture Notes in Physics* 549, Springer
- Sitte, B., Brasch, W., Junk, M., Travnikov, V., Egbers, Ch., 2001, Thermal flow in a rotating spherical gap with a dielectrophoretic central force field. „Dynamo and Dynamics: A mathematical challenge“ (ed. Chossat, Armbruster, Oprea), *Nato Series*, Kluwer Academic Publishers, 93–100
- Tilgner, A., 2007, Zonal wind driven by inertial modes, *Phys. Rev. Lett.*, 99, (19), 194501
- Tilgner, A., 2009, Rotational dynamics of the core. In *Treatise in Geophysics*, vol. 8. Elsevier, 2009
- Travnikov, V., Rath, H.J., Egbers, Ch., 2002, Stability of natural convection between spherical shells: Energy Theory, *Int. J. Heat & Mass Transfer*, 45, 4227 – 4235
- Travnikov, V., Egbers, Ch., Hollerbach, R., 2003, The GEOFLOW-experiment on ISS (part II): Numerical simulation, *Advances in Space Research*, vol. 32, No.2, pp. 181–189
- Van Gils D.P.M., Huismans S., Grossmann S., Sun C., Lohse, D., 2012, Optimal Taylor-Couette turbulence, *J. Fluid Mech.*, 706, 118–149
- von Larcher, Th., Egbers, Ch., 2005, Experiments on transitions of baroclinic waves in a differentially heated rotating annulus, *Nonlinear Processes in Geophysics*, 12, 1033–1041
- Vincze, M., Borchert, S., Achatz, U., von Larcher, Th., Baumann, M., Liersch, C., Remmler, S., Beck, T., Alexandrov, K.D., Egbers, Ch., Fröhlich, J., Heuveline, V., Hickel, S., Harlander, U., 2014, Benchmarking in a rotating annulus: a comparative experimental and numerical study of baroclinic wave dynamics, *Meteorologische Zeitschrift*, 23, 611 – 635
- Wang, C.-Y., 1970, Cylindrical tank of fluid oscillating about a state of steady rotation, *J. F. Mech.*, 41, 581–592
- Withjack, E.M., Chen, C.F., 1974, An experimental study of Couette instability of stratified fluids, *J. Fluid Mech.* vol. 66, 725–737
- Wulf, P., Egbers, Ch., Rath, H. J., 1999, Routes into chaos in wide gap spherical Couette flow, *Physics of Fluids*, vol. 11, no. 6, 1359 – 1372
- Yavorskaya, I. M., Fomina, N. I., Balyaev, Y. N. 1984 A simulation of central symmetry convection in microgravity conditions. *Acta Astronaut.* 11, 179–183.
- Zhang, K., Chan, K. H., Liao, X., Aurnou, J. M., 2013, The non-resonant response of fluid in a rapidly rotating sphere undergoing longitudinal libration *J. Fluid Mech.*, 720, 212–235

Anlage 2: Preisverzeichnis

Betriebskosten der Experimente nach Nutzungskategorie, Tagessätze

Experiment	Kategorie 1 €	Kategorie 2 €	Kategorie 3 €
Taylor-Couette	12	15	621
Top view Taylor-Couette	12	15	306
Strato-Rotational-Instability	12	15	363
MSGWaves	12	15	485
Baroclinic Wave Tank	12	15	393
Quasi-Biennial Oscillation	8	10	494
Spherical gap flow	8	10	599
Geoflow	8	9	1815

Personalkosten nach Einsatz, Tagessätze

Personal	Kategorie 1 €	Kategorie 2 €	Kategorie 3 €
Techniker_in	273	332	462
Datenmanagement	331	404	562
Anwendungsbetrieb			
1 Wissenschaftler_in	377	460	639
Servicebetrieb			
2 Wissenschaftler_innen	754	919	1278

Hinweis: Die unterschiedlichen Kostensätze kommen aufgrund der Gemeinkosten der BTU Cottbus–Senftenberg zustande.

Verbrauchsmaterialien

Verbrauchsmaterialien wie Arbeitsfluide und Partikel werden nach dem jeweiligen Bedarf berechnet.

Die Berechnung erfolgt in vollen Tagessätzen.

Bei den aufgeführten Preisen handelt es sich um Nettopreise zuzüglich der gesetzlich gültigen Umsatzsteuern.